

冀中平原地下热水特征

何世春

一、冀中平原地热资源概述

冀中平原地下热水资源丰富,分布均一。根据野外调查和资料分析,被第三系直接覆盖的蓟县系雾迷山组硅质白云岩组成的地质构造凸起部位均含有地下热水。如:北京城区小凸起、天津双窑凸起、小韩庄凸起、大东庄凸起、牛驼镇凸起、无极凸起、深泽低凸起和宁晋凸起等等。热水埋藏深度528~3000米左右,流出地表的面积达五千余平方公里。仅据冀中平原86口热水井统计,井口水温一般60~100℃,最高可达118℃。热水量一般大于500方/日,最高可达5000余方/日。每年总放热量相当于13万吨标准煤全部燃烧后所放出的热量。

冀中拗陷和京津地区是一个大型地下热水盆地。盆地内由于受多次地质构造运动的影响,尤其是燕山运动的结果,中生代以前的石灰岩等地层形成了受北东方向和北西方向断裂控制的多凸起、多凹陷和多断裂的区域地质构造特征,其中凹陷部位在第三纪时期接受了巨厚的沉积物。根据物探资料,冀中拗陷第三系最大厚度可达8000米以上,并形成了一个大型地下热水自流盆地。在盆地内有两种类型多层地下热水:(1)第三系砂层孔隙热水。分布面积广,含水层次多,主要分布在任邱、天津等地,埋藏深度一般600~1000米,有时可达2000米左右(任邱),井产水量不均,水质和矿化度变化较大,是目前任邱、天津广泛开发利用的地下热水含水层;(2)赋存于蓟县系雾迷山组和寒武系、奥陶系石灰岩地层形成的地质构造凸起部位和断裂潜山构造带附近的地下热水。富水性好,井产水量大,自喷能力强,水质好,矿

化度低,温度高,具有较高的利用价值,是冀中平原勘探开发利用地下热水的目的层。

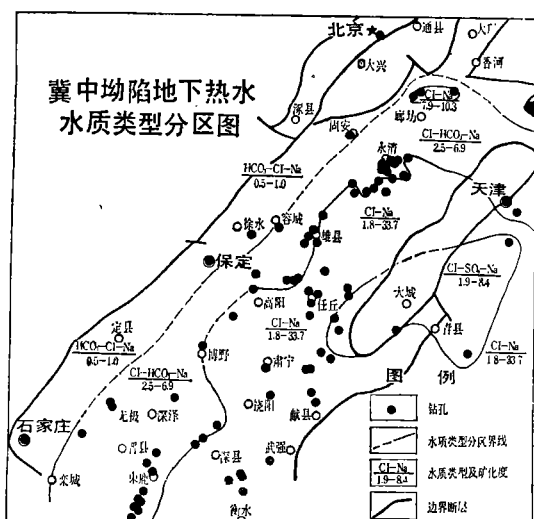
二、冀中平原地下热水水质类型和特征

1. 上第三系孔隙热水

上第三系砂层孔隙热水具有水质较好矿化度较低的特点。水化学成分在平面上变化的总趋势是从西北向东南由含量低到含量高,水化学类型由简单到复杂,水平分布规律也较明显。任邱地区上第三系热水主要赋存于明化镇组和馆陶组,有热水井40余口,单井涌水量一般为1000~1500方/日。热水矿化度不高,一般为0.5克/升左右,最大可达到1.09克/升。水化学类型多为 $\text{HCO}_3\text{—Cl—Na}$ 和 $\text{HCO}_3\text{—Na}$ 型,也有 $\text{Cl—HCO}_3\text{—Na}$ 型。pH值为7.6~9.1,属于弱碱性热水。热水中阴离子以 HCO_3^- 占优势,一般占50毫克当量%以上,其次为 Cl^- 和 SO_4^{2-} 。阳离子Na占96毫克当量%左右,Ca只占2~3毫克当量%,Mg含量很低,总硬度一般0.28~0.97德度,最高可达2.21德度。pH值高,碱性大,硬度低,钙质结垢少,是本区上第三系热水水质的主要特征。

2. 古潜山石灰岩岩溶裂隙热水

蓟县系雾迷山组和寒武、奥陶系石灰岩地层岩溶裂隙热水水质类型在平面上有分带特征和规律性变化(图),其水化学类型从西北向东南经过保定和任邱,由 $\text{HCO}_3\text{—Cl—Na}$ 水型到 $\text{Cl—HCO}_3\text{—Na}$ 水型,再到 Cl—Na 水型。在 Cl—Na 水型内部还包含有 $\text{Cl—SO}_4\text{—Na}$ 水。热水矿化度由0.5~1.0克/升到2.5~6.9克/升,再到1.8~33.7克/升。pH值6.80~8.95。热水中各种离子含量情况,就雄景坝26井来说,阴离子以 Cl^- 占优势,为1267毫克/升,占79.79毫克当量%;



阳离子钠910毫克/升, 占86.93毫克当量%。 Na^{++} 、 Mg^{++} 含量各为30毫克/升左右, 分别占3.1和6.7毫克当量%; HCO_3^- 含514.59毫克/升, 占18.8毫克当量%。热水里含有: F^- —11.0毫克/升, Br^- —2.4毫克/升, I^- —0.80毫克/升, H_2SiO_3 —55.25毫克/升, HBO_2 —24.00毫克/升, H_2S —0.15毫克/升, NH_4^+ —0.37毫克/升, Fe^{++} —0.80毫克/升, Fe^{+++} —0.20毫克/升, 游离二氧化碳—39.60毫克/升, 总硬度—4.48毫克当量/升。每口地下热水井水里所含阴阳离子种类和数量不同, 在此不一一例举。

此类地下热水氯离子含量之多分布之广, 可用氯盐较其它盐类有更好的溶解性来说明。尤其是当水的矿化度增加时, 其它阴离子与相应的各种阳离子达到溶度积数值后先后沉淀而让位于氯离子。热水中阳离子钠离子占第一位是高矿化水的表现。 Na 可以来源于各种海相沉积地层和冀中地区广泛分布的花岗片麻岩中。

三、地下热水逸出气体成分

本区地下热水中逸出的气体成分各地不一。从冀中拗陷地下热水中逸出的气体主要是甲烷(CH_4), 占83.1%, 其它成分有: 氮(N_2)—14.1%, 二氧化碳(CO_2)—

2.5%, 氩(Ar —0.28%、氦($\text{He} + \text{Ne}$)—0.05%。

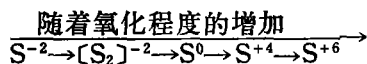
冀中拗陷地下热水中的逸出气体成分及其含量因地而异多种成因。空气中的氮(N_2)、氧(O_2)、二氧化碳(CO_2)和氩(Ar)都能溶解于水而被带入地下。氮是惰性元素, 在随水运动过程中不会消失; 而氧是活泼元素, 在地下热水运动过程中易与其它物质作用消失。通过热水逸出气体成分测定可知, 一般深部地球化学作用是在缺乏游离氧的环境中进行的。冀中热水中游离氧的含量是随埋藏深度的增加而减少, 并存在某一深度的下限—氧面。在氧面以上进行的主要是氧化作用, 在氧面以下是还原作用。从热水井口水的氧化还原电位(E_h)值测定可知, 氧面的深度在本区各热水井不同。除空气中含有氮、氢、氩、氙和氡等气体外, 氦气和氡气还可以从岩石内所含铀、钍和钷等放射性元素蜕变时形成。热水中的二氧化碳气(CO_2), 可以是空气和生物两种成因。甲烷(CH_4)是生物成因。

本区热水里的气体溶解度主要决定于岩层压力和温度。热水中溶解的气体体积与温度成正比, 与压力成反比, 气体体积随压力降低而增大。我们认为, 当液体往地表上升时, 溶液中的溶解气体会逐渐达到饱和或部分气体由水中呈游离状态析出。还有一定数量的气体以溶解的形式残留在液相中, 溶解的数量相当于大气压力和一定温度条件下的气体溶解度。

四、地下热水里溶解的硫化氢

在冀中平原地下热水里都不同程度的含有硫化氢(H_2S)气体, 最高含量每升水里有10毫克以上。硫化氢只要在空气中有极少的含量都是非常有害的。热水中溶解的硫化氢与地下热水所处的氧化还原环境有着密切的关系。溶解在地下热水中的硫化氢气体, 会随着热水从地下向井口流动而开始发生氧

化作用。硫化氢氧化作用的结果产生硫酸。其氧化过程可概括为下式:



地下水中的硫化氢是硫酸盐还原作用的结果,并分布在含油层及其附近地下热水中。热水中的硫化氢可以和地层中的氧化铁发生作用,反应后生成黄铁矿(FeS_2)、氧化亚铁(FeO)和硫(S)。笔者认为,在华北平原许多钻孔里零散分布的黄铁矿就是此种作用生成的。其化学反应式: $2\text{H}_2\text{S} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeS}_2 + \text{FeO} + 2\text{H}_2\text{O}$

在氧化环境下,硫化氢可与游离氧相互作用,生成大量硫,在井口附近有硫磺沉淀现象,其化学反应式: $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。在地下热水里含有大量硫化氢气体,可以作为寻找含油和含天然气的标志。如果硫化氢是石油与硫酸盐之间发生反应形成的,可以把它作为寻找石油的间接标志;如果是油藏的直接衍生物,可以把它作为寻找石油的直接标志。

含硫化氢(H_2S)的水可引起严重腐蚀,特别是在 H_2S 和结晶硫含量高的硫化氢井中,腐蚀会成为生产过程中的主要问题。腐

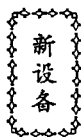
蚀严重时,会使金属整片剥落,能使特殊合金钢在很短时间内发生断裂。影响硫化氢腐蚀的因素有热水温度、pH值、硫化氢气体的浓度和热水流动速度及其在井中所处的氧化还原环境等。为了防止热水中硫化氢气体所造成的腐蚀,在开发冀中地区地下热水时必须考虑热水循环管道和所有设备的防腐问题。

五、冀中平原地下热水成因

冀中平原地下热水与第三纪侵入的火成岩无关。诚然,在冀中平原及其周围地区曾发生过多火山活动,在盆地内的许多地方有第三纪玄武岩等分布,但其分布与地下热水的分布并不一致,故不是本区地下热水的有效热源。冀中平原的地下热水是山区大气降水渗入地下经过较大的构造断裂带和蓟县系雾迷山组硅质条带石灰岩、白云岩和寒武纪、奥陶纪石灰岩地层的岩溶洞和构造断裂深循环以后形成的。地下热水的温度主要取决于水循环的深度。

参考文献(略)

(地质矿产部水文地质工程地质研究所)



TY—500型台式摇床研制成功并通过技术鉴定

刘 鹤 荣

用于重砂分离及单矿物提纯的新型重选设备——TY—500型台式摇床,已由地矿部勘探技术研究所选矿室研制成功,已通过了技术鉴定。

这种新型摇床结构紧凑,体积较小,造型美观。具有适应矿物种类多、粒级较宽和分选精度高等特点。该机设计新颖独特,主要参数如冲次、行程,流量和横向坡度在运行中可连续调节和直接读数,还配置了独创的可快速装换的新式刻槽床面。由于把薄层

流膜剪切析离选别理论成功地应用于摇床上,使长度仅为0.5米的床面上产生很高的分离效果,突破了过去的重选矿物等降比值为1.25的下限,降到了1.18以下,北京市地质研究测试中心在样机试验时曾达到过1.06的试验记录。

TY—500型台式摇床达到了国内先进水平,是一种能够代替重砂手工淘洗的比较好的设备。

(地矿部勘探技术研究所选矿室)